

Docket No. 219859US2

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

INVENTOR(S) Takahiro OISHI, et al.

SERIAL NO: New Application

FILING DATE: Herewith

FOR: BANDWIDTH MANAGEMENT APPARATUS AND METHOD, PROGRAM THEREFOR AND RECORDING MEDIUM WITH THE PROGRAM RECORDED THEREON

1c971 U.S. PTO
10/079899
02/22/02

FEE TRANSMITTAL

#2

ASSISTANT COMMISSIONER FOR PATENTS
WASHINGTON, D.C. 20231

FOR	NUMBER FILED	NUMBER EXTRA	RATE	CALCULATIONS
TOTAL CLAIMS	38 - 20 =	18	× \$18 =	\$324.00
INDEPENDENT CLAIMS	2 - 3 =	0	× \$84 =	\$0.00
<input checked="" type="checkbox"/> MULTIPLE DEPENDENT CLAIMS (If applicable)			+ \$280 =	\$280.00
<input type="checkbox"/> LATE FILING OF DECLARATION			+ \$130 =	\$0.00
BASIC FEE				\$740.00
TOTAL OF ABOVE CALCULATIONS				\$1,344.00
<input type="checkbox"/> REDUCTION BY 50% FOR FILING BY SMALL ENTITY				\$0.00
<input type="checkbox"/> FILING IN NON-ENGLISH LANGUAGE			+ \$130 =	\$0.00
<input type="checkbox"/> RECORDATION OF ASSIGNMENT			+ \$40 =	\$0.00
TOTAL				\$1,344.00

- ☐ Please charge Deposit Account No. 15-0030 in the amount of _____ A duplicate copy of this sheet is enclosed.
- ☒ A check in the amount of \$1,344.00 to cover the filing fee is enclosed.
- ☒ The Commissioner is hereby authorized to charge any additional fees which may be required for the papers being filed herewith and for which no check is enclosed herewith, or credit any overpayment to Deposit Account No. 15-0030. A duplicate copy of this sheet is enclosed.

Respectfully Submitted,

OBLON, SPIVAK, McCLELLAND,
MAIER & NEUSTADT, P.C.

Date: _____

2/22/02

Marvin J. Spivak

Registration No. 24,913



22850

Tel. (703) 413-3000
Fax. (703) 413-2220
(OSMMN 10/01)

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

147004

JC971 U.S. PTO
10/079899



別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されて
いる事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed
with this Office

出願年月日

Date of Application:

2001年 4月20日

出願番号

Application Number:

特願2001-121834

ST.10/C]:

[JP2001-121834]

出願人

Applicant(s):

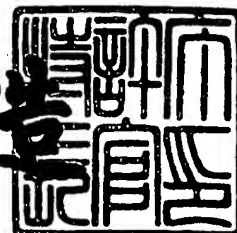
日本電信電話株式会社

CERTIFIED COPY OF
PRIORITY DOCUMENT

2002年 1月18日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

及川耕造



【書類名】 特許願

【整理番号】 NTTH127510

【提出日】 平成13年 4月20日

【あて先】 特許庁長官 及川 耕造 殿

【国際特許分類】 H04L 12/28
H04L 12/48

【発明者】

【住所又は居所】 東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日本電信電話株式会社内

【フリガナ】 大石 崇裕

【氏名】 大石 崇裕

【発明者】

【住所又は居所】 東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日本電信電話株式会社内

【フリガナ】 大石 崇裕

【氏名】 重谷 昌昭

【発明者】

【住所又は居所】 東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日本電信電話株式会社内

【フリガナ】 大石 崇裕

【氏名】 塩本 公平

【特許出願人】

【識別番号】 000004226

【住所又は居所】 東京都千代田区大手町二丁目3番1号

【氏名又は名称】 日本電信電話株式会社

【代理人】

【識別番号】 100078237

【住所又は居所】 東京都練馬区関町北二丁目26番18号

【弁理士】

【氏名又は名称】 井 出 直 孝

【電話番号】 03-3928-5673

【選任した代理人】

【識別番号】 100083518

【住所又は居所】 東京都練馬区関町北二丁目26番18号

【弁理士】

【氏名又は名称】 下 平 俊 直

【電話番号】 03-3928-5673

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 014421

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9701394

【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 帯域管理装置および方法およびプログラムおよび記録媒体

【特許請求の範囲】

【請求項1】 複数のノードと、この複数のノード間を接続する複数のリンクとから構成されるネットワークに設けられ、

前記複数のノードのうちユーザまたは他ネットワークが接続されるノードをエッジノードとするときに、

このエッジノードにおける当該ネットワークの入力可能帯域を算出する新規トラヒックの入力可能帯域算出手段を備えた

帯域管理装置において、

各エッジノードから当該ネットワークに入力されたもしくは予約したいトラヒックの帯域を保持する入力トラヒックテーブルと、

各エッジノードから所定の宛先ノードまでの最短経路を計算する最短経路計算手段と、

各リンクの実際の使用帯域を保持するリンク帯域テーブルと、

当該ネットワークのノードとリンクとの関係を示すトポロジの情報を記録するトポロジデータベースと

が設けられ、

前記入力可能帯域算出手段は、

入力可能帯域算出対象となるエッジノードをエッジノード V_y とするとき、

シーケンスの開始に先立って全リンクの仮想的な使用帯域を初期値“0”にする第一のステップと、

トラヒックの入力エッジノード V_i ($\neq V_y$) を固定して前記トポロジデータベースおよび前記最短経路計算手段によりエッジノード V_j ($\neq V_i$) を宛先とした最短経路を計算する第二のステップと、

各リンクの仮想的な使用帯域に前記リンク帯域テーブルを参照して得られる入力エッジノード V_i から宛先エッジノード V_j へのトラヒックにより実際に使用されているものとする帯域を加える第三のステップと、

前記第二のステップから前記第三のステップの手順を前記エッジノード V_i を

除く全てのエッジノードに宛先エッジノード V_j を当てはめて行う第四のステップと、

一つの入力エッジノード V_i について終了したら前記エッジノード V_y を除く他の全てのエッジノードを順次入力エッジノード V_i としてそれぞれ前記第二のステップから前記第四のステップを行う第五のステップと

を実行することにより各リンクの仮想的な使用帯域の和を求める手段と、

この手段により求められた各リンクの仮想的な使用帯域の和に基づいて前記エッジノード V_y の最大使用可能帯域を求める手段と、

この手段により求められた前記エッジノード V_y の最大使用可能帯域から前記入力トラヒックテーブルを参照して得られる前記エッジノード V_y の既に使用されている帯域を減算することにより前記エッジノード V_y の入力可能帯域を算出する手段と

を備えたことを特徴とする帯域管理装置。

【請求項 2】 複数のノードと、この複数のノード間を接続する複数のリンクとから構成されるネットワークに適用され、

前記複数のノードのうちユーザまたは他ネットワークが接続されるノードをエッジノードとするときに、

このエッジノードにおける当該ネットワークの入力可能帯域を算出する新規トラヒックの入力可能帯域算出を実行する

帯域管理方法において、

入力可能帯域算出対象となるエッジノードをエッジノード V_y とするとき、

シーケンスの開始に先立って全リンクの仮想的な使用帯域を初期値 “0” にする第一のステップと、

トラヒックの入力エッジノード V_i ($\neq V_y$) を固定してあるエッジノード V_j ($\neq V_i$) を宛先とした最短経路を計算する第二のステップと、

各リンクの仮想的な使用帯域に入力エッジノード V_i から宛先エッジノード V_j へのトラヒックにより実際に使用されているものとする帯域を加える第三のステップと、

前記第二のステップから前記第三のステップの手順を前記エッジノード V_i お

よび V_y を除く全てのエッジノードに宛先エッジノード V_j を当てはめて行う第四のステップと、

一つの入力エッジノード V_i について終了したら前記エッジノード V_y を除く他の全てのエッジノードを順次入力エッジノード V_i として前記第二のステップから前記第四のステップを行う第五のステップと

を実行することにより各リンクの仮想的な使用帯域の和を求め、

求められた各リンクの仮想的な使用帯域の和に基づいて前記エッジノード V_y の最大使用可能帯域を求め、

求められた前記エッジノード V_y の最大使用可能帯域から前記エッジノード V_y の既に使用されている帯域を減算することにより前記エッジノード V_y の入力可能帯域を算出する

ことを特徴とする帯域管理方法。

【請求項 3】 複数のノードと、この複数のノード間を接続する複数のリンクとから構成されるネットワークに設けられ、

前記複数のノードのうちユーザまたは他ネットワークが接続されるノードをエッジノードとするときに、

このエッジノードにおける当該ネットワークの入力可能帯域を算出する新規トラヒックの入力可能帯域算出機能を備えた

情報処理装置にインストールされたプログラムにおいて、

このプログラムは、前記情報処理装置にインストールすることにより、前記情報処理装置に、

各エッジノードから当該ネットワークに入力されたもしくは予約したいトラヒックの帯域を保持する入力トラヒックテーブル機能と、

各エッジノードから所定の宛先ノードまでの最短経路を計算する最短経路計算機能と、

各リンクの実際の使用帯域を保持するリンク帯域テーブル機能と、

当該ネットワークのノードとリンクとの関係を示すトポロジの情報を記録するトポロジデータベース機能と

を実現し、

前記入力可能帯域算出機能として、

入力可能帯域算出対象となるエッジノードをエッジノード V_y とするとき、

シーケンスの開始に先立って全リンクの仮想的な使用帯域を初期値“0”にする第一のステップと、

トラヒックの入力エッジノード V_i ($\neq V_y$) を固定して前記トポロジデータベース機能および前記最短経路計算機能によりあるエッジノード V_j ($\neq V_i$) を宛先とした最短経路を計算する第二のステップと、

各リンクの仮想的な使用帯域に前記リンク帯域テーブル機能を参照して得られる入力エッジノード V_i から宛先エッジノード V_j へのトラヒックにより実際に使用されているものとする帯域を加える第三のステップと、

前記第二のステップから前記第三のステップの手順を前記エッジノード V_i を除く全てのエッジノードに宛先エッジノード V_j を当てはめて行う第四のステップと、

一つの入力エッジノード V_i について終了したら前記エッジノード V_y を除く他の全てのエッジノードを順次入力エッジノード V_i として前記第二のステップから前記第四のステップを行う第五のステップと

を実行することにより各リンクの仮想的な使用帯域の和を求める機能と、

この機能により求められた各リンクの仮想的な使用帯域の和に基づいて前記エッジノード V_y の最大使用可能帯域を求める機能と、

この機能により求められた前記エッジノード V_y の最大使用可能帯域から前記入力トラヒックテーブル機能を参照して得られる前記エッジノード V_y の既使用されている帯域を減算することにより前記エッジノード V_y の入力可能帯域を算出する機能と

を実現させることを特徴とするプログラム。

【請求項4】 複数のノードと、この複数のノード間を接続する複数のリンクとから構成されるネットワークに適用され、

前記複数のノードのうちユーザまたは他ネットワークが接続されるノードをエッジノードとするときに、

このエッジノードにおける当該ネットワークの入力可能帯域を算出する新規ト

ラヒックの入力可能帯域算出を実行する情報処理装置にインストールされたプログラムにおいて、

このプログラムは、前記情報処理装置にインストールすることにより、前記情報処理装置に、

入力可能帯域算出対象となるエッジノードをエッジノード V_y とするとき、

シーケンスの開始に先立って全リンクの仮想的な使用帯域を初期値“0”にする第一のステップと、

トラヒックの入力エッジノード V_i ($\neq V_y$) を固定してあるエッジノード V_j ($\neq V_i$) を宛先とした最短経路を計算する第二のステップと、

各リンクの仮想的な使用帯域に入力エッジノード V_i から宛先エッジノード V_j へのトラヒックにより実際に使用されているものとする帯域を加える第三のステップと、

前記第二のステップから前記第三のステップの手順を前記エッジノード V_i を除く全てのエッジノードに宛先エッジノード V_j を当てはめて行う第四のステップと、

一つの入力エッジノード V_i について終了したら前記エッジノード V_y を除く他の全てのエッジノードを順次入力エッジノード V_i として前記第二のステップから前記第四のステップを行う第五のステップと

を実行することにより各リンクの仮想的な使用帯域の和を求め、

求められた各リンクの仮想的な使用帯域の和に基づいて前記エッジノード V_y の最大使用可能帯域を求め、

求められた前記エッジノード V_y の最大使用可能帯域から前記エッジノード V_y の既に使用されている帯域を減算することにより前記エッジノード V_y の入力可能帯域を算出する手順を実行させる

ことを特徴とするプログラム。

【請求項 5】 請求項 3 または 4 記載のプログラムが記録された前記情報処理装置読み取り可能な記録媒体。

【発明の詳細な説明】

【 0 0 0 1 】

【発明の属する技術分野】

本発明は通信を開始する以前に当該通信に用いるコネクションを設定する必要のない（以下、コネクションレスという）I P (Internet Protocol) 通信網等のネットワークに利用する。特に、最低通信帯域を保証する通信に利用する。

【0002】

【従来の技術】

コネクションレス型のネットワークにおいては、e n d - t o - e n d での経路が決まっていない。つまり、入力するデータグラムが、前もってどの経路を通してルーティングされるか決まっていない。データグラムがネットワーク内に入力されたときに、データグラムのヘッダ内にある宛先アドレスを見て、ルータ内にあるフォワーディング表を参照し、その宛先に応じた次に進むべき経路が決定される。

【0003】

フォワーディング表はS P F (Shortest Path First) という最短経路法により決定される。S P F は、コストという各ノード間のリンクに重みをつけた値について入力から出力（宛先）までのコスト合計が最小となるような経路を選択する。したがって、同じ入力ノードおよび出力ノードを持つ場合は常に同じ経路を選ぶことになる。しかし、トラヒックの大小にかかわらずS P F により経路選択されるので、輻輳状態に陥り、パケット廃棄が行われる場合もある。

【0004】

このようにリアルタイム性が必要でパケット廃棄が起きて欲しくないトラヒックが、帯域不足によるパケット廃棄という状態に陥らないようにD i f f s e r v (Differentiated Services) というアーキテクチャがある（I E T F R F C 2 4 7 5）。これは、複数の優先クラスを設けてサービスに格差を持たせることによりインターネットの品質を向上させるサービスで、このサービスの中でE F (Expedited Forwarding) クラスのサービス（I E T F R F C 2 5 9 8）は、各ユーザがそれぞれ使いたい帯域を契約し、それを保証するサービスである。しかし、契約されているのは入力時の帯域であり、どの宛先行きのパケットが入力されるかは不明である。

【 0 0 0 5 】

【発明が解決しようとする課題】

例えば、図1に示すようなD i f f s e r vネットワークにおいてE Fクラスに属した各ユーザの帯域保証がエッジノードへの入力時に必要となる。D i f f s e r vのようなコネクションレスデータ転送においては、あらかじめパスが設定されていないために、ネットワーク内に入力されるトラヒックの宛先ノードは不明である。

【 0 0 0 6 】

したがって宛先のエッジノードの候補は、エッジノードの数だけあり、どのエッジノードへどれだけのトラヒックが流れるかという全てのパターンについて考慮する必要がある。

【 0 0 0 7 】

しかし、これはきわめて困難であるという課題が存在する。例えば、図7において、エッジノード#4の入力可能帯域 y [Mb/s]を知りたいときについて考える。

- ・その他のエッジノード数を N (図7では $N=3$)
 - ・エッジノード#4以外のエッジノードから各エッジノードへ転送される帯域の刻みを k (入力 \times [Mb/s] とすれば、一つの宛先に対して 0 、 x/k 、 $2x/k$ 、 \dots 、 x [Mb/s] の $(k+1)$ 通りのトラヒックの流れ)
 - ・これを全エッジノードへのトラヒックの合計が、入力帯域に等しくなるような組合せを選ぶ (入力 \times [Mb/s] とすれば、全エッジノードへのトラヒックの合計が x [Mb/s] となる)
 - ・これを、エッジノード#4以外の全エッジノードについて考える。
- よって、 N 、 k を用いて考慮すべきトラヒックのパターンは、

$$[(k+1)(k+2)/2]N$$

通りとなり、 $N=3$ 、 $k=3$ のときには1000通りとなる。

【 0 0 0 8 】

説明をわかりやすくするために、図7の例では、ノード数は4個であったが、一般的に、実際のネットワークでは、この例よりもノード数ははるかに多く、ト

ラヒックのパターンの全てを考慮することはきわめて困難であることは容易に推察できる。

【0009】

本発明は、このような背景に行われたものであって、新規データグラムを入力可能帯域を容易に推定することができるため大規模なネットワークの入力可能帯域算出を実現することができる帯域管理装置および方法およびプログラムおよび記録媒体を提供することを目的とする。本発明は、小規模なネットワークにおいても格段に計算量を抑えることができる帯域管理装置および方法およびプログラムおよび記録媒体を提供することを目的とする。

【0010】

【課題を解決するための手段】

全エッジノードからの入力があるときは、各リンクにおいて、それらを足し合わせることで、全入力を考慮した最大リンク使用帯域がわかる。すなわち、エッジノード#1～#nからの入力トラヒックをそれぞれ x_1 [Mb/s]～ x_n [Mb/s]とし、これらの各エッジノードへのOSPF (Open Shortest Path First)経路において、リンクab (ノードa→ノードb方向)を通過すると仮定したとき、このリンクにおける最大リンク使用帯域BWmaxは全トラヒックの総和となり、

$$BW_{max} = x_1 + x_2 + \dots + x_n$$

となる。

【0011】

このように、OSPFにより、どの入力からのトラヒックが、どのリンクを使用するかという情報を知ることによって、本来は無限に近く存在する複数リンクの組み合わせを削減し簡単に各リンクでの最大リンク使用帯域を推測することができる。

【0012】

つまり、一つの入力エッジノードViからこのエッジノードViを除く全エッジノードへの最短経路上に、エッジノードViからの入力トラヒックが流れると考えるのである。これを、入力可能帯域算出対象となるエッジノードVyを除く

全エッジノードに入力エッジノード V_i を当てはめて行い、各リンクでの総和を出したものが、各リンクでの最大使用帯域であるとみなすことができる。また残余帯域については、各リンクの実際の帯域から、最大使用帯域を引くことで概算値を出せる。

【0013】

このアルゴリズムを用いることにより、無数に存在する宛先へのトラヒックのパターンを削減し、計算のパターンを一通りにし、あるエッジノードから入力可能なフローを近似的に知ることができる。このアルゴリズムでは、各リンクにおいての帯域使用の最悪値を用いるために、実際の場合よりも安全側に近似される。

【0014】

本発明のアルゴリズムを用いると、入力エッジノードから宛先エッジノードへの経路を知ること、各リンクでの帯域使用最悪値を一通りに導出できるので、各リンクでの帯域使用最悪値を求めるには、 x [Mb/s] のデータグラムが入力されるエッジノード数 N にかかわらず一通りの各リンクでの帯域使用パターンがわかり、新規データグラムの入力可能帯域を容易に推定することができる。

【0015】

このようにして新規データグラムの入力可能帯域を容易に推定することができるため大規模なネットワークの入力可能帯域算出を実現することができる。また、小規模なネットワークにおいても格段に計算量を抑えることができる。

【0016】

すなわち、本発明の第一の観点は、複数のノードと、この複数のノード間を接続する複数のリンクとから構成されるネットワークに設けられ、前記複数のノードのうちユーザまたは他ネットワークが接続されるノードをエッジノードとするときに、このエッジノードにおける当該ネットワークの入力可能帯域を算出する新規トラヒックの入力可能帯域算出手段を備えた帯域管理装置である。

【0017】

ここで、本発明の特徴とするところは、各エッジノードから当該ネットワークに入力されたもしくは予約したいトラヒックの帯域を保持する入力トラヒックテ

ープルと、各エッジノードから所定の宛先ノードまでの最短経路を計算する最短経路計算手段と、各リンクの実際の使用帯域を保持するリンク帯域テーブルと、当該ネットワークのノードとリンクとの関係を示すトポロジの情報を記録するトポロジデータベースとが設けられ、前記入力可能帯域算出手段は、入力可能帯域算出対象となるエッジノードをエッジノード V_y とすると、シーケンスの開始に先立って全リンクの仮想的な使用帯域を初期値“0”にする第一のステップと、トラヒックの入力エッジノード V_i ($\neq V_y$) を固定して前記トポロジデータベースおよび前記最短経路計算手段によりエッジノード V_j ($\neq V_i$) を宛先とした最短経路を計算する第二のステップと、各リンクの仮想的な使用帯域に前記リンク帯域テーブルを参照して得られる入力エッジノード V_i から宛先エッジノード V_j へのトラヒックにより実際に使用されているものとする帯域を加える第三のステップと、前記第二のステップから前記第三のステップの手順を前記エッジノード V_i を除く全てのエッジノードに宛先エッジノード V_j を当てはめて行う第四のステップと、一つの入力エッジノード V_i について終了したら前記エッジノード V_y を除く他の全てのエッジノードを順次入力エッジノード V_i としてそれぞれ前記第二のステップから前記第四のステップを行う第五のステップとを実行することにより各リンクの仮想的な使用帯域の和を求める手段と、この手段により求められた各リンクの仮想的な使用帯域の和に基づいて前記エッジノード V_y の最大使用可能帯域を求める手段と、この手段により求められた前記エッジノード V_y の最大使用可能帯域から前記入力トラヒックテーブルを参照して得られる前記エッジノード V_y の既に使用されている帯域を減算することにより前記エッジノード V_y の入力可能帯域を算出する手段とを備えたところにある。

【0018】

ここで、仮想的な使用帯域とは、エッジノード V_y の入力可能帯域を算出するための推定値としての使用帯域のことをいう。

【0019】

本発明の第二の観点は、複数のノードと、この複数のノード間を接続する複数のリンクとから構成されるネットワークに適用され、前記複数のノードのうちユーザまたは他ネットワークが接続されるノードをエッジノードとすると、こ

のエッジノードにおける当該ネットワークの入力可能帯域を算出する新規トラヒックの入力可能帯域算出を実行する帯域管理方法である。

【 0 0 2 0 】

ここで、本発明の特徴とするところは、入力可能帯域算出対象となるエッジノードをエッジノード V_y とするとき、シーケンスの開始に先立って全リンクの仮想的な使用帯域を初期値“0”にする第一のステップと、トラヒックの入力エッジノード V_i ($\neq V_y$) を固定してあるエッジノード V_j ($\neq V_i$) を宛先とした最短経路を計算する第二のステップと、各リンクの仮想的な使用帯域に入力エッジノード V_i から宛先エッジノード V_j へのトラヒックにより実際に使用されているものとする帯域を加える第三のステップと、前記第二のステップから前記第三のステップの手順を前記エッジノード V_i および V_y を除く全てのエッジノードに宛先エッジノード V_j を当てはめて行う第四のステップと、一つの入力エッジノード V_i について終了したら前記エッジノード V_y を除く他の全てのエッジノードを順次入力エッジノード V_i として前記第二のステップから前記第四のステップを行う第五のステップとを実行することにより各リンクの仮想的な使用帯域の和を求め、求められた各リンクの仮想的な使用帯域の和に基づいて前記エッジノード V_y の最大使用可能帯域を求め、求められた前記エッジノード V_y の最大使用可能帯域から前記エッジノード V_y の既に使用されている帯域を減算することにより前記エッジノード V_y の入力可能帯域を算出するところにある。

【 0 0 2 1 】

本発明の第三の観点は、複数のノードと、この複数のノード間を接続する複数のリンクとから構成されるネットワークに設けられ、前記複数のノードのうちユーザまたは他ネットワークが接続されるノードをエッジノードとすることに、このエッジノードにおける当該ネットワークの入力可能帯域を算出する新規トラヒックの入力可能帯域算出機能を備えた情報処理装置にインストールされたプログラムである。

【 0 0 2 2 】

ここで、本発明の特徴とするところは、このプログラムは、前記情報処理装置にインストールすることにより、前記情報処理装置に、各エッジノードから当該

ネットワークに入力されたもしくは予約したいトラヒックの帯域を保持する入力トラヒックテーブル機能と、各エッジノードから所定の宛先ノードまでの最短経路を計算する最短経路計算機能と、各リンクの実際の使用帯域を保持するリンク帯域テーブル機能と、当該ネットワークのノードとリンクとの関係を示すトポロジの情報を記録するトポロジデータベース機能とを実現し、前記入力可能帯域算出機能として、入力可能帯域算出対象となるエッジノードをエッジノード V_y とするとき、シーケンスの開始に先立って全リンクの仮想的な使用帯域を初期値“0”にする第一のステップと、トラヒックの入力エッジノード V_i ($\neq V_y$) を固定して前記トポロジデータベース機能および前記最短経路計算機能によりあるエッジノード V_j ($\neq V_i$) を宛先とした最短経路を計算する第二のステップと、各リンクの仮想的な使用帯域に前記リンク帯域テーブル機能を参照して得られる入力エッジノード V_i から宛先エッジノード V_j へのトラヒックにより実際に使用されているものとする帯域を加える第三のステップと、前記第二のステップから前記第三のステップの手順を前記エッジノード V_i を除く全てのエッジノードに宛先エッジノード V_j を当てはめて行う第四のステップと、一つの入力エッジノード V_i について終了したら前記エッジノード V_y を除く他の全てのエッジノードを順次入力エッジノード V_i として前記第二のステップから前記第四のステップを行う第五のステップとを実行することにより各リンクの仮想的な使用帯域の和を求める機能と、この機能により求められた各リンクの仮想的な使用帯域の和に基づいて前記エッジノード V_y の最大使用可能帯域を求める機能と、この機能により求められた前記エッジノード V_y の最大使用可能帯域から前記入力トラヒックテーブル機能を参照して得られる前記エッジノード V_y の既に使用されている帯域を減算することにより前記エッジノード V_y の入力可能帯域を算出する機能とを実現させるところにある。

【0023】

あるいは、本発明のプログラムは、前記情報処理装置にインストールすることにより、前記情報処理装置に、入力可能帯域算出対象となるエッジノードをエッジノード V_y とするとき、シーケンスの開始に先立って全リンクの仮想的な使用帯域を初期値“0”にする第一のステップと、トラヒックの入力エッジノード V

i ($\neq V_y$) を固定してあるエッジノード V_j ($\neq V_i$) を宛先とした最短経路を計算する第二のステップと、各リンクの仮想的な使用帯域に入力エッジノード V_i から宛先エッジノード V_j へのトラヒックにより実際に使用されているものとする帯域を加える第三のステップと、前記第二のステップから前記第三のステップの手順を前記エッジノード V_i を除く全てのエッジノードに宛先エッジノード V_j を当てはめて行う第四のステップと、一つの入力エッジノード V_i について終了したら前記エッジノード V_y を除く他の全てのエッジノードを順次入力エッジノード V_i として前記第二のステップから前記第四のステップを行う第五のステップとを実行することにより各リンクの仮想的な使用帯域の和を求め、求められた各リンクの仮想的な使用帯域の和に基づいて前記エッジノード V_y の最大使用可能帯域を求め、求められた前記エッジノード V_y の最大使用可能帯域から前記エッジノード V_y の既に使用されている帯域を減算することにより前記エッジノード V_y の入力可能帯域を算出する手順を実行させることを特徴とする。

【0024】

本発明の第四の観点は、本発明のプログラムが記録された前記情報処理装置読み取り可能な記録媒体である。

【0025】

【発明の実施の形態】

本発明実施例の帯域管理装置および方法を図1および図2を参照して説明する。図1はDiffserveネットワーク構成例を示す図である。図2は本発明実施例の帯域管理装置のブロック構成図である。

【0026】

本発明の第一の観点は、図1に示すように、複数のノードと、この複数のノード間を接続する複数のリンクとから構成されるネットワークに設けられ、前記複数のノードのうちユーザまたは他ネットワークが接続されるノードをエッジノード#1～#3とするとときに、このエッジノード#1～#3における当該ネットワークの入力可能帯域を算出する新規トラヒックの入力可能帯域算出装置7を備えた帯域管理装置である。

【0027】

ここで、本発明の特徴とするところは、図2に示すように、各エッジノード#1～#3から当該ネットワークに入力されたもしくは予約したいトラヒックの帯域を保持する入力トラヒックテーブル1と、各エッジノード#1～#3から所定の宛先ノードまでの最短経路を計算する最短経路計算部4と、各リンクの帯域および利用帯域を保持するリンク帯域テーブル2と、当該ネットワークのノードとリンクとの関係を示すトポロジの情報を記録するトポロジデータベース3とが設けられ、入力可能帯域算出装置7は、入力可能帯域算出対象となるエッジノードをエッジノード V_y とすると、シーケンスの開始に先立って全リンクの仮想使用帯域を初期値“0”にする第一のステップと、トラヒックの入力エッジノード V_i ($\neq V_y$) を固定してトポロジデータベース3および最短経路計算部4によりエッジノード V_j ($\neq V_i$) を宛先とした最短経路を計算する第二のステップと、各リンクの仮想使用帯域にリンク帯域テーブル2を参照して得られる入力エッジノード V_i から宛先エッジノード V_j へのトラヒックにより実際に使用されているものとする帯域を加える第三のステップと、前記第二のステップから前記第三のステップの手順を前記エッジノード V_i を除く全てのエッジノードに宛先エッジノード V_j を当てはめて行う第四のステップと、一つの入力エッジノード V_i について終了したら前記エッジノード V_y を除く他の全てのエッジノードを順次入力エッジノード V_i としてそれぞれ前記第二のステップから前記第四のステップを行う第五のステップとを実行することにより各リンクの仮想的な使用帯域の和を求め、この求められた各リンクの仮想使用帯域の和に基づいて前記エッジノード V_y の最大使用可能帯域を求める最大使用可能帯域算出部5と、この最大使用可能帯域算出部5により求められた前記エッジノード V_y の最大使用可能帯域から入力トラヒックテーブル1を参照して得られる前記エッジノード V_y の既に使用されている帯域を減算することにより前記エッジノード V_y の入力可能帯域を算出する入力可能帯域算出部6とを備えたところにある。

【0028】

本発明の第二の観点は、図1に示すように、複数のノードと、この複数のノード間を接続する複数のリンクとから構成されるネットワークに適用され、前記複数のノードのうちユーザまたは他ネットワークが接続されるノードをエッジノード

ド#1～#3とするときに、このエッジノード#1～#3における当該ネットワークの入力可能帯域を算出する新規トラヒックの入力可能帯域算出を実行する帯域管理方法である。

【0029】

ここで、本発明の特徴とするところは、入力可能帯域算出対象となるエッジノードをエッジノード V_y とするとき、シーケンスの開始に先立って全リンクの仮想使用帯域を初期値“0”にする第一のステップと、トラヒックの入力エッジノード V_i ($\neq V_y$)を固定してあるエッジノード V_j ($\neq V_i$)を宛先とした最短経路を計算する第二のステップと、各リンクの仮想使用帯域に入力エッジノード V_i から宛先エッジノード V_j へのトラヒックにより実際に使用されているものとする帯域を加える第三のステップと、前記第二のステップから前記第三のステップの手順を前記エッジノード V_i および V_y を除く全てのエッジノードに宛先エッジノード V_j を当てはめて行う第四のステップと、一つの入力エッジノード V_i について終了したら前記エッジノード V_y を除く他の全てのエッジノードを順次入力エッジノード V_i として前記第二のステップから前記第四のステップを行う第五のステップとを実行することにより各リンクの仮想使用帯域の和を求め、求められた各リンクの仮想使用帯域の和に基づいて前記エッジノード V_y の最大使用可能帯域を求め、求められた前記エッジノード V_y の最大使用可能帯域から前記エッジノード V_y の既に使用されている帯域を減算することにより前記エッジノード V_y の入力可能帯域を算出するところにある。

【0030】

本発明の第三の観点は、図1に示すように、複数のノードと、この複数のノード間を接続する複数のリンクとから構成されるネットワークに設けられ、前記複数のノードのうちユーザまたは他ネットワークが接続されるノードをエッジノード#1～#3とするときに、このエッジノード#1～#3における当該ネットワークの入力可能帯域を算出する新規トラヒックの入力可能帯域算出機能を備えた情報処理装置としてのコンピュータ装置にインストールされたプログラムである。

【0031】

ここで、本発明の特徴とするところは、このプログラムは、前記コンピュータ装置にインストールすることにより、前記コンピュータ装置に、各エッジノード # 1 ~ # 3 から当該ネットワークに入力されたもしくは予約したいトラヒックの帯域を保持する入力トラヒックテーブル機能と、各エッジノード # 1 ~ # 3 から所定の宛先ノードまでの最短経路を計算する最短経路計算機能と、各リンクの帯域および利用帯域を保持するリンク帯域テーブル機能と、当該ネットワークのノードとリンクとの関係を示すトポロジの情報を記録するトポロジデータベース機能とを実現し、前記入力可能帯域算出機能として、入力可能帯域算出対象となるエッジノードをエッジノード V_y とするとき、シーケンスの開始に先立って全リンクの仮想使用帯域を初期値 “0” にする第一のステップと、トラヒックの入力エッジノード V_i ($\neq V_y$) を固定して前記トポロジデータベース機能および前記最短経路計算機能によりあるエッジノード V_j ($\neq V_i$) を宛先とした最短経路を計算する第二のステップと、各リンクの仮想使用帯域に前記リンク帯域テーブル機能を参照して得られる入力エッジノード V_i から宛先エッジノード V_j へのトラヒックにより実際に使用されているものとする帯域を加える第三のステップと、前記第二のステップから前記第三のステップの手順を前記エッジノード V_i を除く全てのエッジノードに宛先エッジノード V_j を当てはめて行う第四のステップと、一つの入力エッジノード V_i について終了したら前記エッジノード V_y を除く他の全てのエッジノードを順次入力エッジノード V_i として前記第二のステップから前記第四のステップを行う第五のステップとを実行することにより各リンクの仮想使用帯域の和を求める機能と、この機能により求められた各リンクの仮想使用帯域の和に基づいて前記エッジノード V_y の最大使用可能帯域を求める機能と、この機能により求められた前記エッジノード V_y の最大使用可能帯域から前記入力トラヒックテーブル機能を参照して得られる前記エッジノード V_y の既に使用されている帯域を減算することにより前記エッジノード V_y の入力可能帯域を算出する機能とを実現させるところにある。

【 0 0 3 2 】

あるいは、本発明のプログラムは、前記コンピュータ装置にインストールすることにより、前記コンピュータ装置に、入力可能帯域算出対象となるエッジノード

ドをエッジノード V_y とするとき、シーケンスの開始に先立って全リンクの仮想使用帯域を初期値“0”にする第一のステップと、トラヒックの入力エッジノード V_i ($\neq V_y$) を固定してあるエッジノード V_j ($\neq V_i$) を宛先とした最短経路を計算する第二のステップと、各リンクの仮想使用帯域に入力エッジノード V_i から宛先エッジノード V_j へのトラヒックにより実際に使用されているものとする帯域を加える第三のステップと、前記第二のステップから前記第三のステップの手順を前記エッジノード V_i を除く全てのエッジノードに宛先エッジノード V_j を当てはめて行う第四のステップと、一つの入力エッジノード V_i について終了したら前記エッジノード V_y を除く他の全てのエッジノードを順次入力エッジノード V_i として前記第二のステップから前記第四のステップを行う第五のステップとを実行することにより各リンクの仮想使用帯域の和を求め、求められた各リンクの仮想使用帯域の和に基づいて前記エッジノード V_y の最大使用可能帯域を求め、求められた前記エッジノード V_y の最大使用可能帯域から前記エッジノード V_y の既に使用されている帯域を減算することにより前記エッジノード V_y の入力可能帯域を算出する手順を実行させることを特徴とする。

【0033】

本発明の第四の観点、プログラムが記録されたコンピュータ装置読み取り可能な記録媒体であり、この記録媒体により本発明のプログラムをコンピュータ装置により読み取らせることにより、このコンピュータ装置に本発明のプログラムをインストールすることができる。プログラムのインストールは、記録媒体を用いる他に、ネットワークを介してサーバからのダウンロードによって行うこともできる。

【0034】

以下では、本発明実施例をさらに詳細に説明する。

【0035】

図3～図7に示す四つのエッジノードからなる簡単なネットワークを例に挙げて提案するアルゴリズムを説明する。図3は簡単なネットワーク例を用いて、エッジノード#1から x [Mb/s] のトラヒックが入力したときの本来のトラヒックの流れを示す図である。図4はリンク12の使用帯域が最大となるときの例

を示す図である。図5はエッジノード#1から x [Mb/s] のトラヒックが入力したときの各リンクにおいての使用帯域が最大となるときの例を示す図である。図6は各エッジノードからの入力に対しての各リンクでの最大使用帯域を足し合わせることで各リンクでの最大使用帯域が決まることを示す図である。図7はエッジノード#1、#2、#3からの入力と、エッジノード#4からの入力可能帯域 y [Mb/s] と、リンクの双方向性とを示す図である。

【0036】

図3に示すようにエッジノード#1から x [Mb/s] のトラヒックが入力されたとき、エッジノード#1が図中に示すような最短経路をとるものとすれば、エッジノード#2、#3、#4にそれぞれ x_{12} 、 x_{13} 、 x_{14} [Mb/s] ずつのトラヒックが図中の矢印で示す経路を通り各エッジノードに到達する。これは入力時にOSPF等により、目的地のあるエッジノードまでの経路を決めて、そのエッジノードへ転送することによる。

【0037】

しかし、その際に、そのトラヒックが通過する経路中のノード間リンクにおいて残余帯域が少ないために、輻輳が生じそのトラヒックが通過できない可能性がある。このような事態が発生しないようにするためには、残余帯域が前もってわかればよい。そこで本発明では、次のような手順で残余帯域を知る。

【0038】

前提として、ネットワーク内の各リンクにおけるコストは既知とし、図3に示すように、OSPFによりデータグラム転送の経路は決められる。また、各リンクの帯域も既知とし、各リンクにおける帯域利用は双方向であるとする（例：エッジノード#1→#2と#2→#1は別）。

【0039】

図3において、リンク12の利用帯域が最大となるのは、ノード#2、#3へのトラヒックの和が x [Mb/s] になるときであり、リンク23の利用帯域が最大となるのは、ノード#3へのトラヒックが x [Mb/s] になるときであり、リンク14の利用帯域が最大となるのは、ノード#4へのトラヒックの和が x [Mb/s] になるときである。

【0040】

図4に示すように、リンク12の使用帯域が最大になるときは、エッジノード#2へのトラヒックが $x [Mb/s]$ になるときだけでなく、エッジノード#2へのトラヒックとエッジノード#3へのトラヒックとの和が $x [Mb/s]$ になるときでもあることがわかる。つまり、図5に示すようにOSPF等のSPF計算により求められた各エッジノードへの経路上にある全リンクに入力トラヒック量と等しく $x [Mb/s]$ のトラヒックが流れるときが各リンクの最大帯域使用であるといえる。

【0041】

これは、ノード#1からの入力トラヒックのみについて考えているが、図6に示すように、他の全エッジノードからの入力についても同様のことがいえる。すなわち、エッジノード#1から $x_1 [Mb/s]$ 、エッジノード#2から $x_2 [Mb/s]$ 、エッジノード#3から $x_3 [Mb/s]$ 、エッジノード#4から $x_4 [Mb/s]$ の入力トラヒックがあるときにおける各エッジノードへ向けてのSPFによるトラヒックの流れがあるとき、上述したようにSPFにより定められた経路では図中に示す帯域が、各リンクでの最大使用帯域となる。

【0042】

つまり、全エッジノードからの入力があるときは、各リンクにおいて、それらを足し合わせることで、全入力を考慮した最大リンク使用帯域がわかる。すなわち、図7に示すようにリンクは双方向で考えるために、図6中のリンク23の最大使用帯域は $x_1 + x_2$ 、リンク32の最大使用帯域は $x_3 + x_4$ である。

【0043】

一般化すると、エッジノード#1～#nからの入力トラヒックをそれぞれ $x_1 [Mb/s] \sim x_n [Mb/s]$ とし、これらの各エッジノードへのOSPF経路において、リンクab（ノードa→ノードb方向）を通過すると仮定したとき、このリンクにおける最大リンク使用帯域 BW_{max} は全トラヒックの総和となり、

$$BW_{max} = x_1 + x_2 + \dots + x_n$$

となる。

【 0 0 4 4 】

このように、OSPFにより、どの入力からのトラヒックが、どのリンクを使用するかという情報を知ること、本来は無限に存在する x_{12} 、 x_{13} 、 x_{14} の組み合わせを削減し簡単に各リンクでの最大リンク使用帯域を推測することができる。

【 0 0 4 5 】

エッジノード V_y から入力できるトラヒック量 y [Mb/s] を求めるアルゴリズムを示す。

【数 1】

使用帯域算出・受付判定アルゴリズム

V ; ノードの集合 L ; リンクの集合

$G=(V,L)$; ネットワークポロジ

V_e ; エッジノードの集合

$L_{ij}=\{k\}$; $i(\in V_e)$ から $j(\in V_e)$ への shortest path を構成するリンクの集合

B_k ; リンク k における使用帯域

C_k ; リンク k における容量

P_k ; リンク k においてリンク使用を示すフラグ

f_{ij} ; エッジノード i から j へ流れるトラヒック量を示す関数

F_i ; エッジノード i から入力するトラヒック量

$V_y(\in V_e)$; 入力トラヒックが入力可能かどうか知りたいノード

R_i ; エッジノード i からの入力可能帯域

$V_e \setminus \{V_y\} = V_e - \{V_y\}$

○ 使用帯域算出

$$B_k = 0 \quad (l_k \in L)$$

for all i s.t. $i \in V_e \setminus \{V_y\}$

for all k s.t. $l_k \in L$

$$P_k = 0$$

}continue k

for all j s.t. $V_j \in V_e \setminus \{V_i\}$

for all k s.t. $l_k \in L_{ij}$

$$f_{ij} = \begin{cases} F_i & (i \neq j) \\ 0 & (i = j) \end{cases}$$

if ($P_k \neq 1$) {

$$B_k = B_k + f_{ij}$$

$$P_k = 1$$

}

}continue k

}continue j

}continue i

○ 受付判定

$$i = V_y$$

for all j s.t. $V_j \in V_e \setminus \{V_i\}$

$$R_{ij} = \min(C_k - B_k) \quad \text{all } k \text{ s.t. } l_k \in L_{ij}$$

$$R_i = \min_{\text{all } j} R_{ij}$$

If $R_i \geq 0$ V_y から R_i 入力可能
else V_y から入力不可能

【0046】

Step 1: まず最初に全リンクの仮想的な使用帯域を“0”にする。

【0047】

Step 2: トラヒックの入力エッジノード V_i ($\neq V_y$) を固定し、あるエッジノード V_j ($\neq V_i$) を宛先とした経路を SPF により選ぶ。

【0048】

Step 3: 使用帯域を知るために、各リンクの使用帯域に入力エッジノード V_i から宛先エッジノード V_j へのトラヒックにより使用されるとする帯域を加える。全エッジノード ($\neq V_y$) からの入力に対してエッジノード V_y からの入力可能帯域を知るための手順であるので、一つの入力エッジノード V_i について終了しても各リンクの使用帯域の和はリセットしない。Step 2 から Step 3 までの手順を実行した結果を図8に示す。

【0049】

Step 4: Step 2 から Step 3 の手順をエッジノード V_i を除く全てのエッジノードに宛先エッジノード V_j を当てはめて行う。このときに、1つの入力エッジノード V_i について一度加えられたリンクには使用帯域は加えない。

【0050】

Step 5: 一つの入力エッジノード V_i について終了したらエッジノード V_y を除く他の全てのエッジノードを順次入力エッジノード V_i としてそれぞれ Step 2 から Step 4 を行う。入力エッジノード $V_i =$ エッジノード V_1 として行った結果を図9に示す。つまり、エッジノード V_1 からエッジノード V_1 を除く全エッジノードへの最短経路上のリンクに、エッジノード V_1 からの入力トラヒックに等しい帯域が使用されるものとするのである。これを、エッジノード V_y を除く全エッジノードに入力エッジノード V_i を当てはめて行い、各リンクでの総和を出したものが、各リンクでの最大使用帯域であるとみなすことができる。また残余帯域については、各リンクの実際の帯域から、最大使用帯域を引くことで概算値を出せる。

【0051】

このアルゴリズムを用いることにより、無数に存在する宛先へのトラヒックのパターンを削減し、計算のパターンを一通りにし、あるエッジノードから入力可能なフローを近似的に知ることができる。このアルゴリズムでは、各リンクについての帯域使用の最悪値を用いるために、実際の場合よりも安全側に近似される。

【0052】

ネットワーク例を図 1 0 に、それを用いた数値計算例を図 1 1 に示す。図 1 1 は横軸に入力 x [Mb/s] をとり、縦軸に入力 y [Mb/s] をとる。このモデルは、全ノード数 1 0 からなるネットワークで、エッジノード数 7、コアノード数 3 からなる。また、図 1 0 のネットワーク例における帯域は図 1 0 中の表に示してあるリンクを除いては全て 5 0 [Mb/s] とし、コストは図 1 0 中のリンクに付してある数字とし、双方向とも同じとした。また、エッジノード # 5 以外のエッジノードからの入力帯域は簡単のために、全て x [Mb/s] とし、エッジノード # 5 からの入力可能な帯域 y [Mb/s] を求めた。

【 0 0 5 3 】

提案したアルゴリズムを用いると、ソースノードから宛先ノードへの経路を知ること、各リンクでの帯域使用最悪値を一通りに導出できるので、各リンクでの帯域使用最悪値を求めるには、 x [Mb/s] のデータグラムが入力されるエッジノード数 N にかかわらず一通りの各リンクでの帯域使用パターンがわかり、新規データグラムの入力可能帯域を容易に推定することができる。本アルゴリズムを用いることで、格段に計算量を抑えることができる。

【 0 0 5 4 】

また、本発明では、エッジノード V_y を除いた全エッジノードから最大使用帯域を算出したが、エッジノード V_y から入力もしくは予約したい帯域があるとき、つまり、図 1 0 において、既にエッジノード # 5 から x [Mb/s] の入力を考慮に入れたときも、 $V_i = V_y$ としてエッジノード V_y を含めた全エッジノードから最大使用帯域を求めて、残りどれだけのトラフィックが入力可能かを知ることができる。つまり、そのときの $y - x$ がエッジノード # 5 から、残り入力可能な帯域となる。

【 0 0 5 5 】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明によれば、提案したアルゴリズムを用いると、 x [Mb/s] のデータグラムが入力されるエッジノード数 N にかかわらず 1 通りのパターンで済み、新規データグラムの入力可能帯域を容易に推定することができる。本発明のアルゴリズムを用いることにより、小規模なネットワークにおい

ても格段に計算量を抑えることができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

D i f f s e r v e ネットワーク構成例を示す図。

【図 2】

本発明実施例の帯域管理装置のブロック構成図。

【図 3】

簡単なネットワーク例を用いて、エッジノード # 1 から x [Mb/s] のトラヒックが入力したときの本来のトラヒックの流れを示す図。

【図 4】

リンク 1 2 の使用帯域が最大となるときの例を示す図。

【図 5】

各リンクにおいての使用帯域が最大となるときの例を示す図。

【図 6】

各エッジノードからの入力に対しての各リンクでの最大使用帯域を足し合わせることで各リンクでの最大使用帯域が決まることを示す図。

【図 7】

エッジノード # 1、# 2、# 3 からの入力と、エッジノード # 4 からの入力可能帯域 y [Mb/s] と、リンクの双方向性とを示す図。

【図 8】

S t e p 2 から S t e p 3 までの手順を実行した結果を示す図。

【図 9】

入力エッジノード V_i = エッジノード V_1 として本発明のアルゴリズムを行った結果を示す図。

【図 1 0】

残余帯域計算を行ったネットワークを示す図。

【図 1 1】

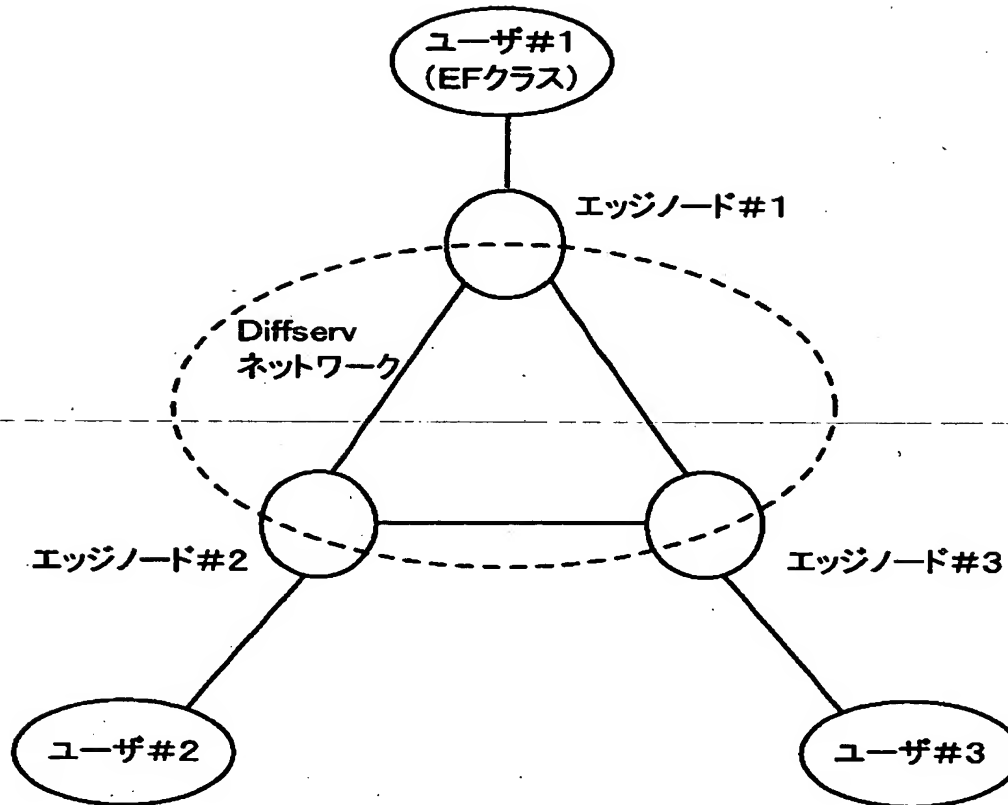
各エッジノード（エッジノード # 5 以外）から入力 x [Mb/s] があつたときのエッジノード # 5 からの入力可能な帯域 y [Mb/s] を示す図。

【符号の説明】

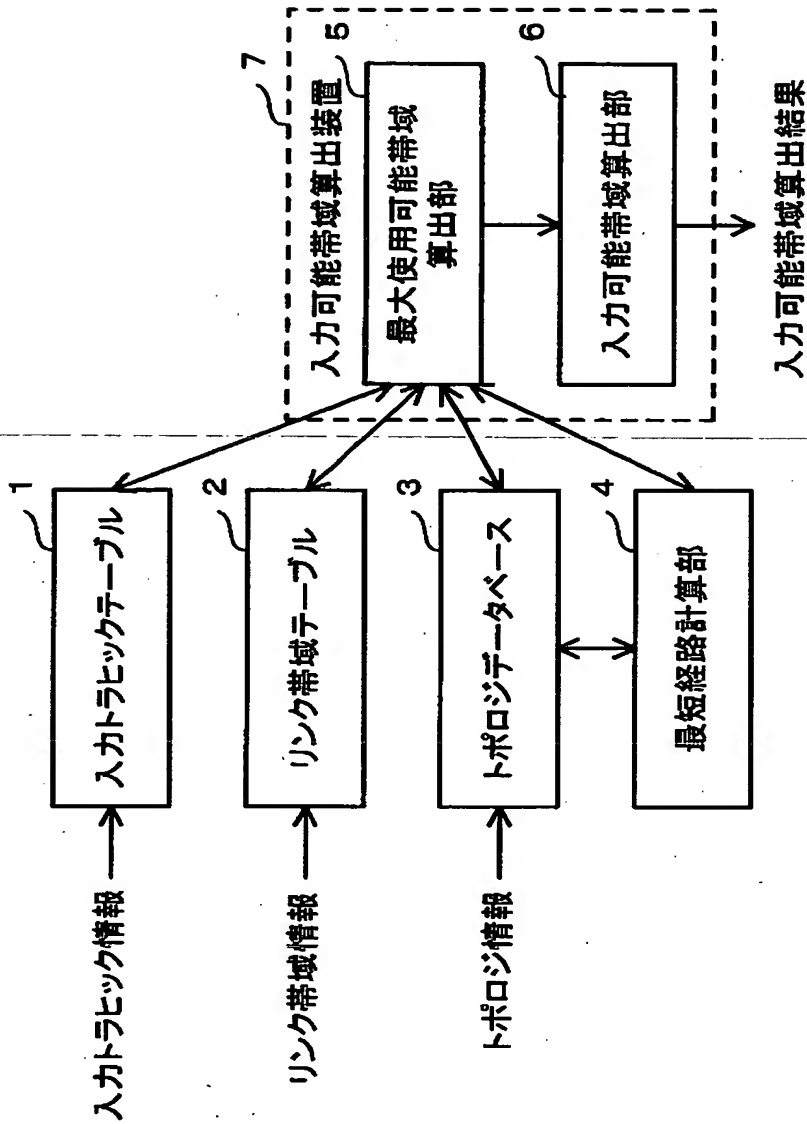
- 1 入力トラヒックテーブル
 - 2 リンク帯域テーブル
 - 3 トポロジデータベース
 - 4 最短経路計算部
 - 5 最大使用可能帯域算出部
 - 6 入力可能帯域算出部
 - 7 入力可能帯域算出装置
-

【書類名】 図面

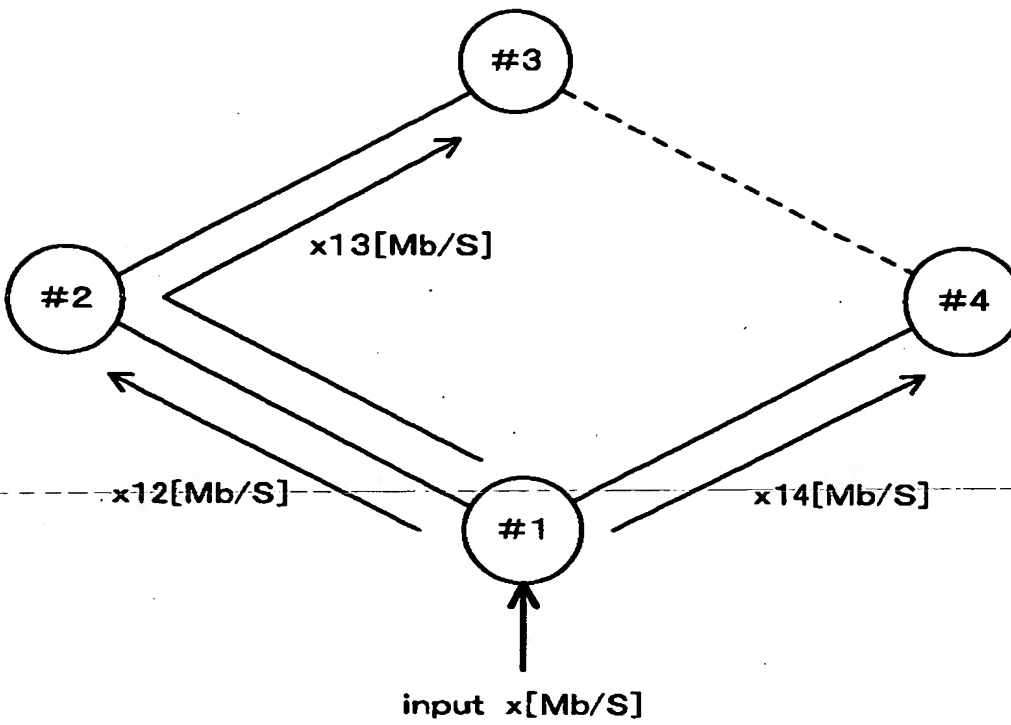
【図1】



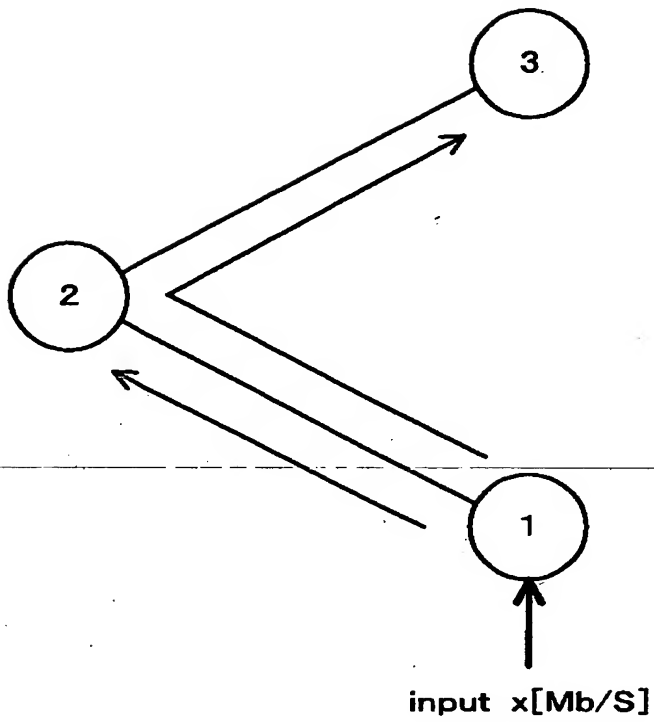
【図2】



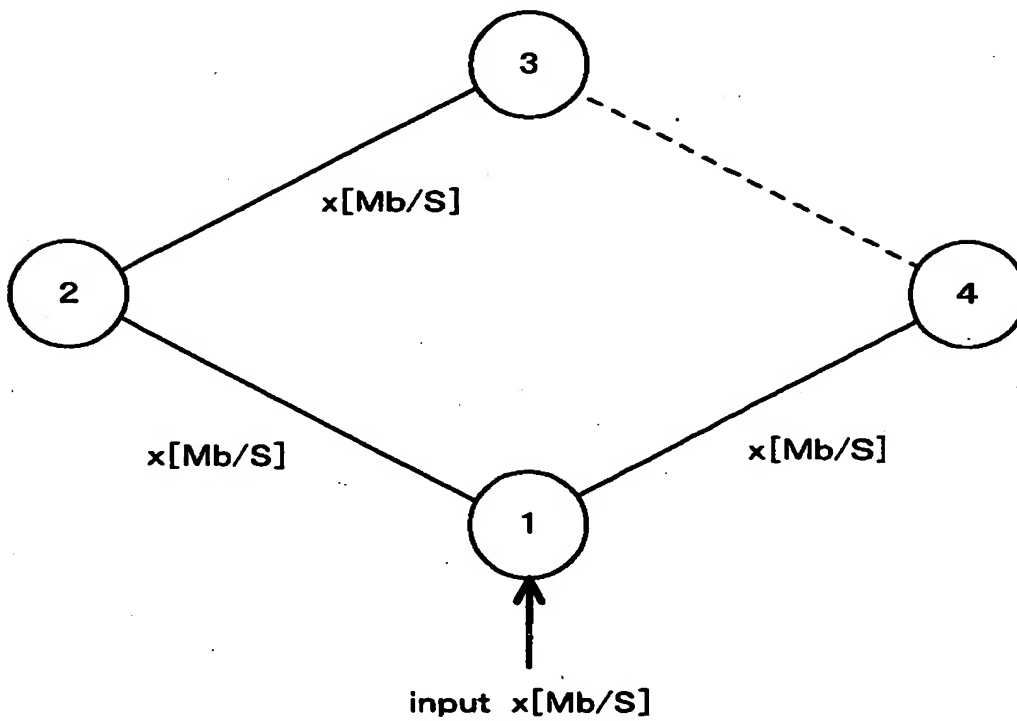
【図3】



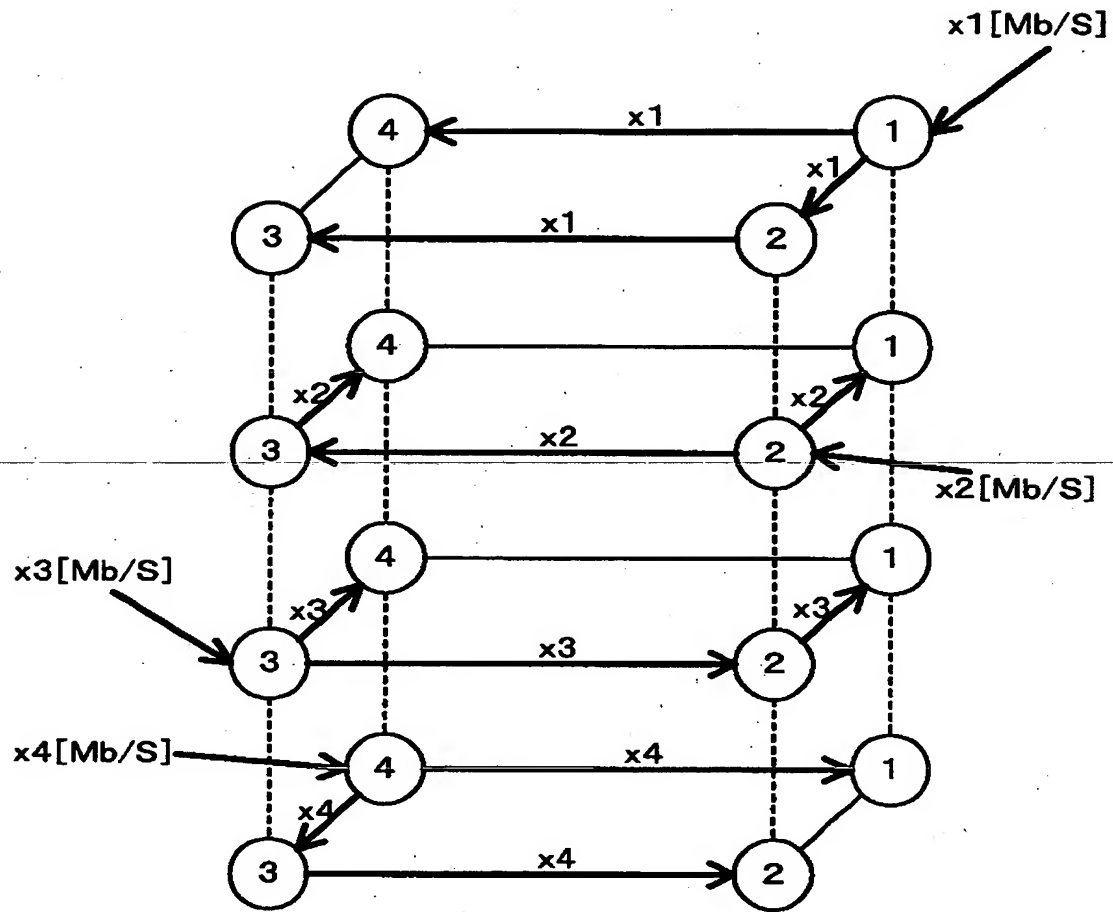
【図 4】



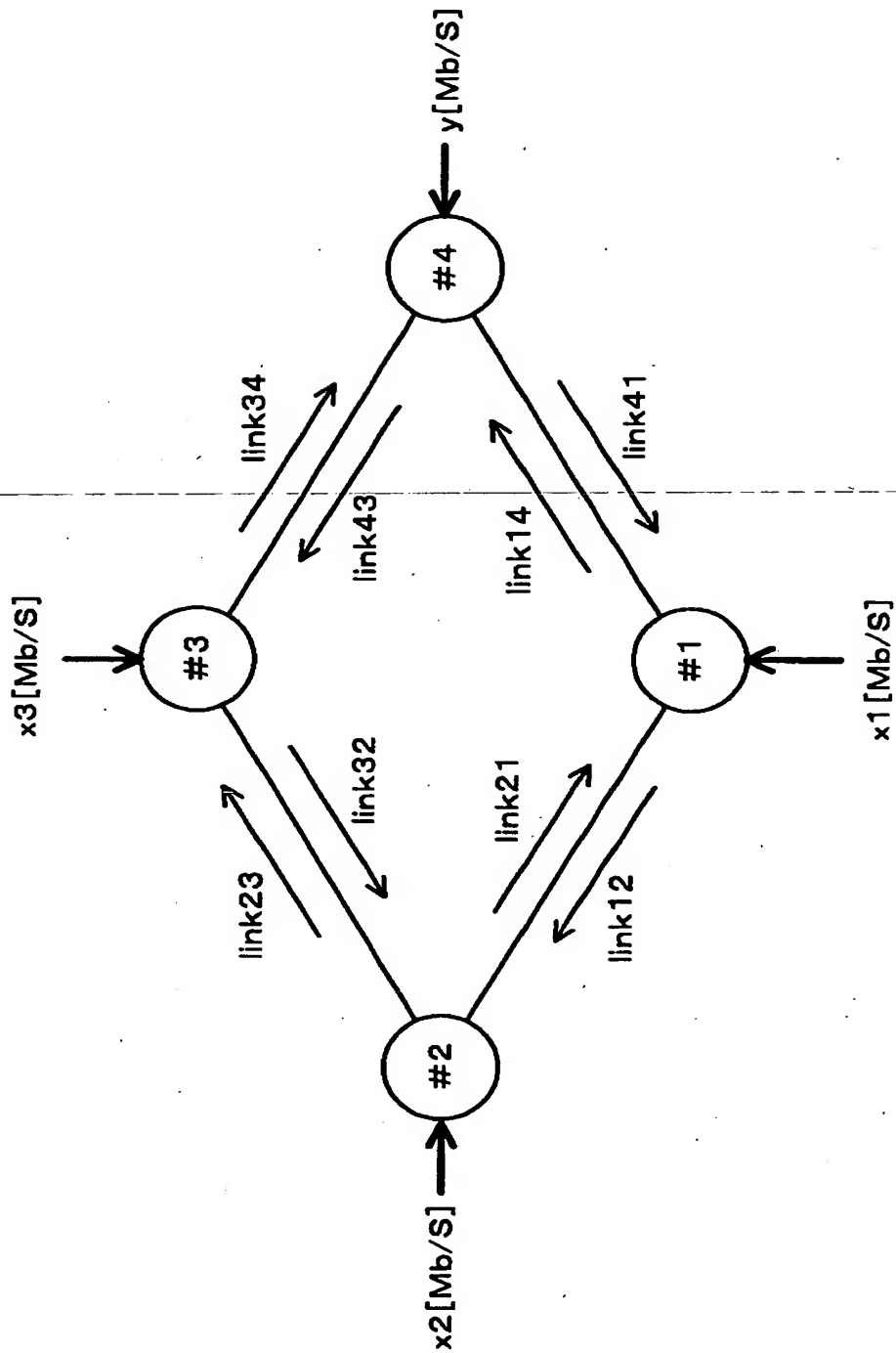
【図 5】



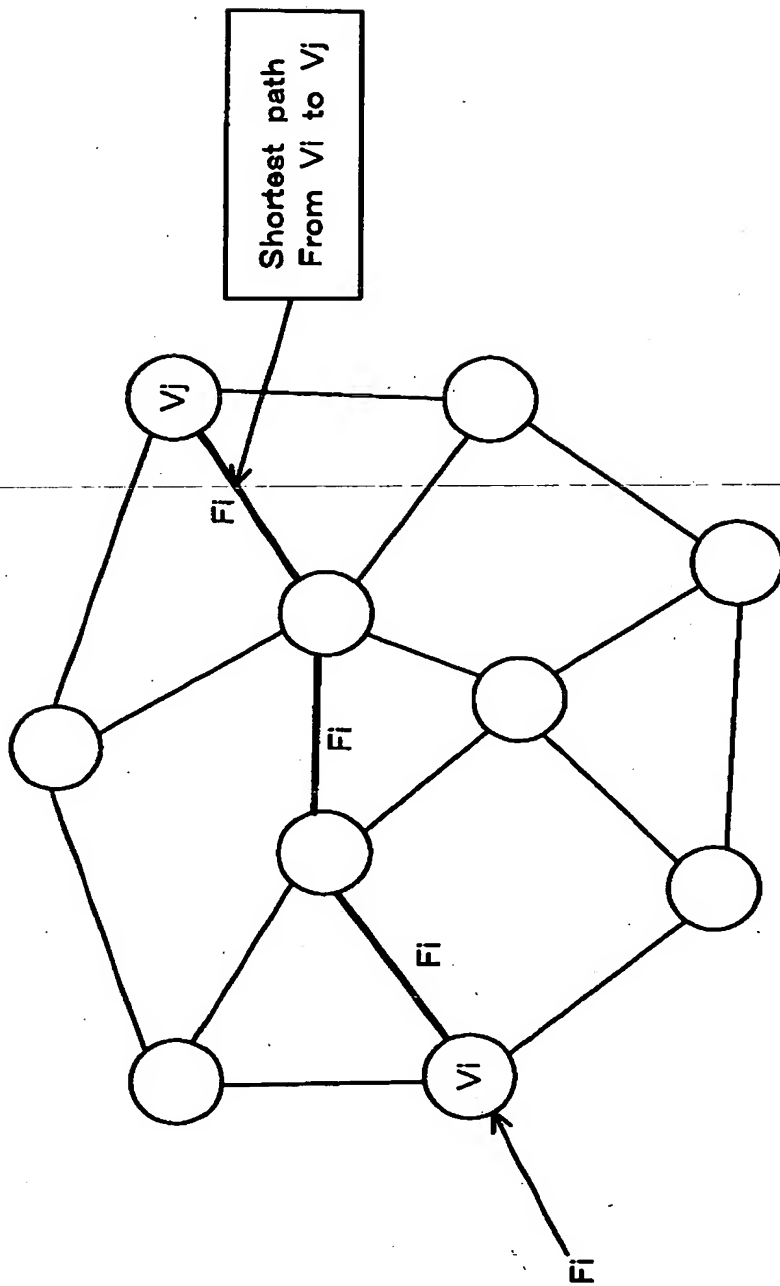
・【図 6】



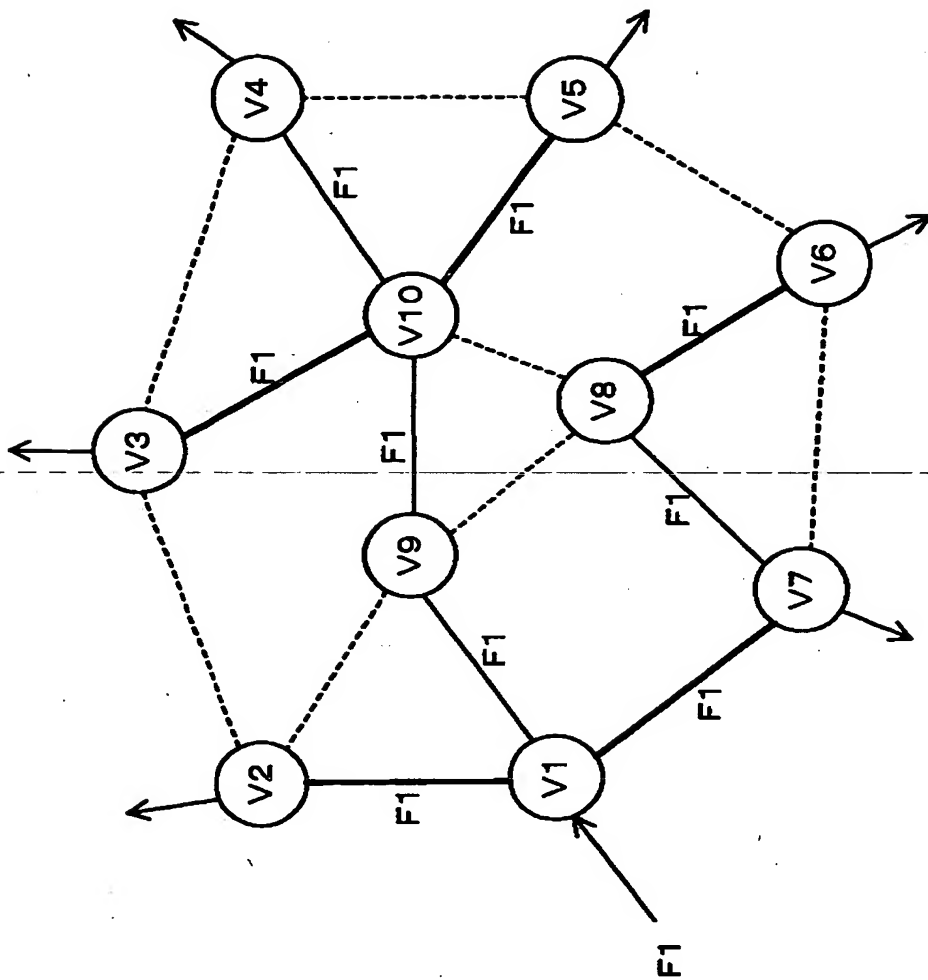
【図7】



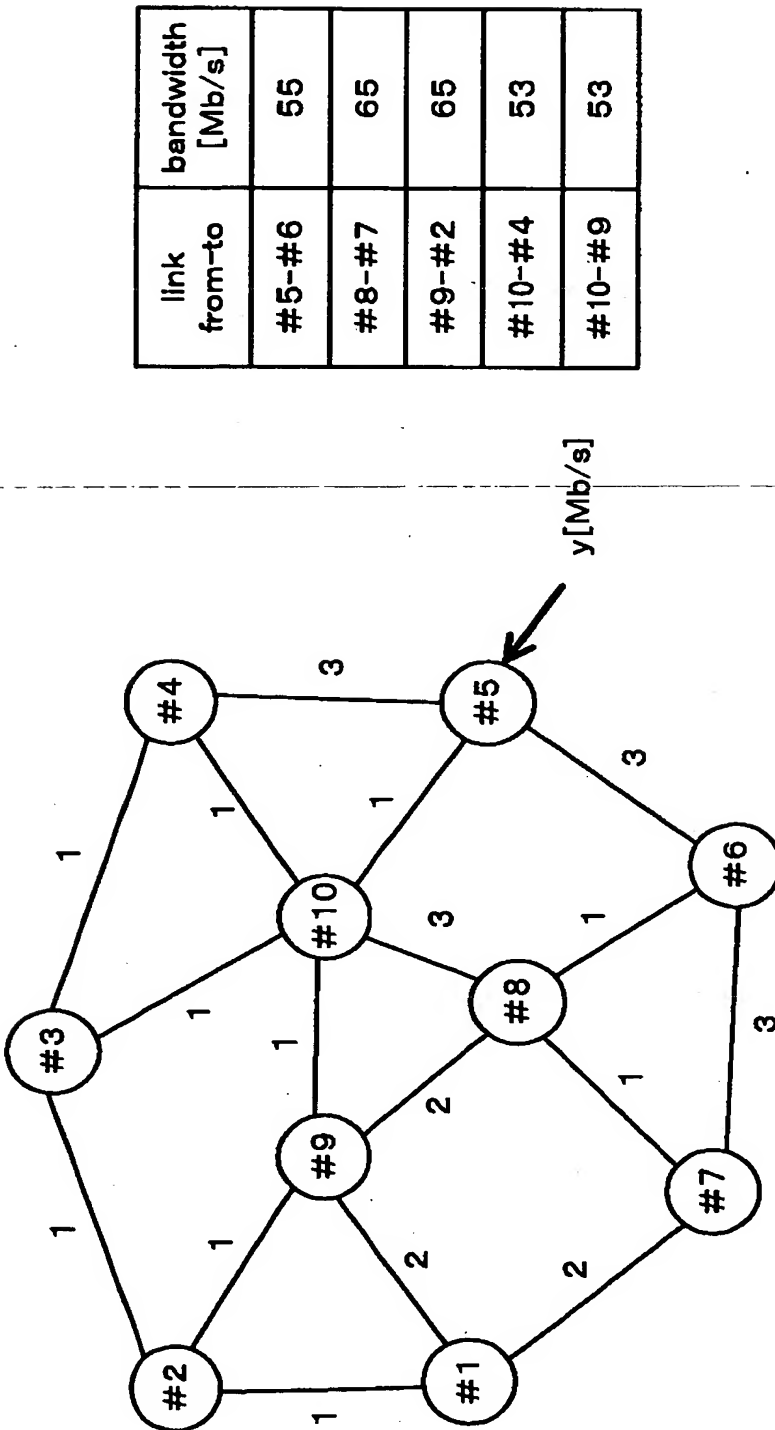
・【図 8】



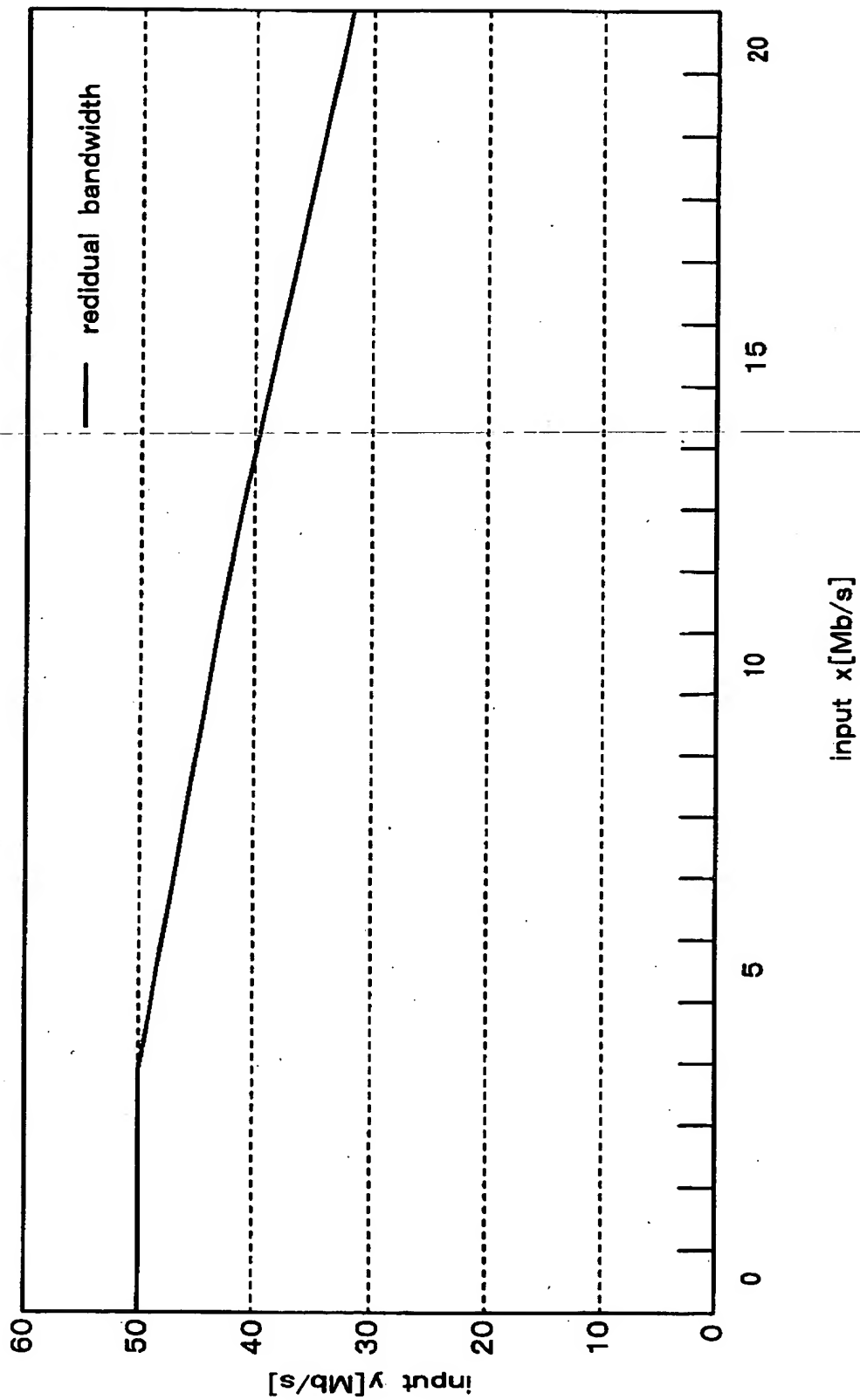
【図 9】



【図10】



【図 11】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 大規模なネットワークの入力可能帯域算出を実現する。小規模なネットワークにおいても格段に計算量を抑える。

【解決手段】 一つの入力エッジノード V_i からこのエッジノード V_i を除く全エッジノードへの最短経路上に、エッジノード V_i からの入力トラヒックが流れると考え、これを、入力可能帯域算出対象となるエッジノード V_y を除く全エッジノードに入力エッジノード V_i を当てはめて行い、各リンクでの総和を出したものが、各リンクでの最大使用帯域であるとみなすことができる。また残余帯域については、各リンクの実際の帯域から、最大使用帯域を引くことで概算値を出せる。

【選択図】 図 2

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000004226]

1. 変更年月日 1999年 7月15日
[変更理由] 住所変更
住 所 東京都千代田区大手町二丁目3番1号
氏 名 日本電信電話株式会社
